

色彩管理

v1.0, 2003/10

王為豪

前言

影像從產生到處理到輸出，會經過許多不同的媒材，譬如

產生：數位相機、底片、掃描器

處理：PhotoShop

輸出：螢幕上的網頁畫面、噴墨印表機、相紙輸出機、印刷廠

這些媒材都有不同的色彩特性，要精確掌握你的影像在不同媒材上呈現的色彩，並使影像在不同階段皆有一致的色彩，便需要色彩管理。

先決工作 — 螢幕設定

數位影像處理的基本觀看影像工具是螢幕，螢幕的色彩錯了，或者無法掌握螢幕的色彩特性，那剩下的一切都免談。螢幕的初步色彩設定可透過螢幕本身的按鈕或顯示卡的驅動介面來達成，這些包括螢幕的亮度，反差，白平衡，色溫等。一切大致調好後，可透過螢幕設定程式取得較精確的螢幕色彩資訊，這樣的程式以PhotoShop所附的 Adobe Gamma 最為簡單常見。以 Adobe Gamma 調整好螢幕並取得螢幕的色彩資訊後，Adobe Gamma 會產生一個螢幕的 sRGB 色彩設定檔，透過 Windows 桌面的進階設定，選取此一色彩設定檔為預設 profile，Windows 以及 PhotoShop 便可掌握你的螢幕資訊。

以 Adobe Gamma 來設定螢幕色彩是較陽春的，最精確的設定要透過硬體來達成，譬如透過小型光度儀精確讀取螢幕的輸出亮度。如果不要求那麼專業，以 Adobe Gamma 來做也絕對聊勝於無。

跟螢幕設定息息相關的是環境光源，人眼會隨環境的色溫自動調整白平衡，這也就會改變我們在螢幕上看到的色彩，儘管螢幕本身沒變。適於影像處理的環境應儘量隔絕戶外光，晝間戶外光的色溫會隨天氣與一天中的時間有很大的變動，這不利我們固定人眼的反應。光源亮度及色溫要固定，以 5000K 鎢絲燈最佳。螢幕四週的景物及牆與天花板的顏色最好都能以灰色調為主。

色彩空間及 Color Profile

不同的色彩空間有不同範圍的色域，最好的例子便是 RGB 空間與 YMCK 空間的差異。屬於減色法的 YMCK 空間，其所能呈現的顏色數量遠比加色法的 RGB 空間少，二者最大的差異在於藍色。很多螢幕上看來鮮豔亮麗的藍，印到紙上後卻變得暗淡無光。追究起來這是因為很難找到單獨對藍光有高反射率的顏料。但不同的顏料系統，所能呈現的藍也是會不一樣，所以雖然同樣是 YMCK 系統，視輸出

或印刷裝置的不同，彼此的色域還是會所不同，有些裝置較能呈現亮麗的藍，有些不行。同樣的差異也存在於 RGB 系統上，同屬 RGB 系統，螢幕的色域，掃描器的色域，與相紙輸出裝置的色域就不會一樣。

各種 RGB 空間中，最常見的是 sRGB，這是 Microsoft Windows 平台上的預設空間，如果你使用的是沒有色彩管理功能應用程式，包括各種瀏覽器在內，你所看到的色彩便是由 sRGB 所掌控。不幸的是，sRGB 的色域是各種 RGB 系統中最小的，其所能呈現的顏色種類最少。在 RGB 系統中，色域較寬廣的屬 Adobe RGB，它能呈現的色彩數量比 sRGB 多，但仍比人眼所能感知的或正片所能呈現的少。

正如你將一幅 RGB 影像轉換成 CMYK 影像會損失很多顏色（譬如上面提到的藍色），將影像在不同 RGB 空間中轉換也有可能導致損失顏色，尤其是將影像從色域較大的 Adobe RGB 轉換到較小的 sRGB 時，這種損失會最明顯。基於此，我們在處理影像時，總是希望保持在最大色域的色彩空間中（譬如 Adobe RGB）。只有在最終要將影像放上網路或送到印表機前，才轉換到色域較小的 sRGB 或 CMYK 色彩空間，再針對失去的色彩做出若干調整。

前面提到幾種不同色彩空間，如 sRGB，Adobe RGB，除此之外，各裝置都有屬於自己的色彩空間，不論是 RGB 裝置或 CMYK 裝置，譬如前面提到的螢幕就有自己特有的 RGB 空間。

描述各裝置色彩特性的，就是 color profile。理論上，每一個數位影像，視產生或將要輸出的裝置的不同，都要伴隨一個特定的 color profile。這有什麼意義？以 RGB 系統來說，影像本身不過就是一連串的 RGB 數值而已，譬如某像素的 RGB 數值是 215：30：40，那我們猜也知道這是一個紅色的 pixel。但這是什麼樣的紅？鮮紅？桃紅？還是淺紫紅？系統要把 215：30：40 這樣的數值解讀成怎樣的紅並呈現在我們眼前，光靠這三個數字是不夠的。另一方面，各種裝置如掃描器或數位相機，儘管看到同一種顏色，會產生什麼樣的 RGB 數字卻也不一樣。

舉個最簡單的例子，大家懂天文，我就以天文為例。某星的光譜本身當然是固定的，這固定的光譜便代表某特定顏色，此顏色當然不該隨你用什麼望遠鏡看它而有所不同。但不同的望遠鏡用不同的濾鏡系統去觀測這顆星，得到的星等就會不一樣。同樣是 BVR 濾鏡，但只要濾鏡的透過曲線稍有不同，你量到的 BVR 星等，與我量到的 BVR 星等就是不會一樣，雖然我們看的都是同一顆星，而且我們號稱都是用 BVR 濾鏡。

所以，就算你有 RGB 數值，你仍不保證能得到這數值背後真正代表的顏色，你得提供系統關於你取得這幅影像所使用的裝置資訊，系統才能正確解譯這組 RGB 數值，並轉換成顏色。這個裝置資訊，就是 color profile。有了 color profile，系統才會知道你這個 215：30：40 的顏色，到底是桃紅還是紫紅還是什麼紅。如果沒有 color profile，或者一幅影像被套上錯誤的 color profile，系統對色彩的解讀就會產生偏差，甚至會錯得離譜。

所以，確認一幅影像擁有正確與適當的 color profile 是很重要的。同時也應確認手邊的各裝置都已有正確的 color profile，包括螢幕，印表機，掃描器等等。可

惜的是這一點不見得總是能做到，有很多裝置根本就不攜有 color profile，如低價螢幕(幸好這可以透過 Adobe Gamma 來產生 color profile)。

PhotoShop 的 Color Profile 管理

知道了 color profile 的意義，要應用就不難了。在 PhotoShop，影像處理不外三個階段：影像的產生、處理、以及輸出。

影像產生

不論來源是數位相機還是掃描器，前面說過，這些產生影像的裝置都有屬於自己的色彩空間，理論上該裝置也就會提供一個 color profile 給系統，並在影像中嵌入這個 color profile 的資訊。在 PhotoShop 中從這些裝置獲取影像後，視你在 PhotoShop 中所設定的色彩管理政策為何，PhotoShop 可以把影像的 color profile 轉換成你預設的工作用 color profile，或保留原裝置賦予該影像的 color profile。

這一部份問題不大，就看你的裝置有沒有正確賦與影像一個適當的 color profile 而已。真有問題，我也不曉得能怎麼辦，寫信去該裝置的製造商抱怨吧。

影像的處理

影像處理過程中，我們總是希望在最大的色彩空間中進行，譬如 Adobe RGB。這讓你可以對影像色彩有最大的掌控度，同時也賦與你將影像的色彩特性發揮到極致的能力。(最好配合 16 bit/channel 來使用)。

因此，影像自裝置獲得後，第一件事就是將影像的 color profile 轉換成有較大色彩空間的 color profile。譬如 Adobe RGB 就很適合在工作時使用，我自己就是以 Adobe RGB 為預設的工作空間，影像一讀進來，第一件事就是將影像的色彩空間轉換成 Adobe RGB。在此空間中工作，可以運用的色域較寬廣。

怎麼轉換 color profile？以我的 PhotoShop（6.0 英文版）為例，在選單 Image → Mode 之下有兩個跟 color profile 有關的選項，一是 Assign Profile，一個是 Convert to Profile，以下分別介紹這兩種。

Assign Profile

你可以指定一個 color profile 給你的影像，而不改變影像中每一個 pixel 的 RGB 數值。

記得前面我說的嗎？同樣的 RGB 數值，在不同 color profile 之下看起來的顏色可以很不同。反之，同一個顏色，在不同 color profile 之下，可以有不同的 RGB 數值。不妨這麼說，你看到的顏色，是 RGB 數值以及 color profile 二者的函數。 $\text{Color} = f(R, G, B, \text{color profile})$ 。

所以，當你以 Assign Profile 這功能指定一個 profile 給影像，卻不改變影像的 RGB 數值，color profile 變了，儘管 RGB 數值沒變，你看到的顏色還是要變。不信你隨便抓幅影像，任意 assign 幾個不同的 color profile 給它，然後用游標去讀取影像中特定一個 pixel 的 RGB 數值，你會發現 RGB 數值都沒變，但這個 pixel 在不同的 color profile 之下的顏色卻可以變得很不一樣。

Assign Profile 有什麼用？高等的用法我不知道，我的看法是，如果你的影像來源裝置有正確地將適當的 color profile 嵌入到影像中，那麼 AssignProfile 對你來說就一點用也沒有。你的影像已經擁有正確的 color profile 了，你沒事去指定一個不同的 color profile 給它做啥？這功能可以發揮用處的時候是，你的影像來源不明，或者裝置沒有正確嵌入該有的 profile，那麼你只好事後在 PhotoShop 中手動選取一個適當的 profile 給它。

什麼樣的 profile 是適當的？我不會回答這問題。如果你的裝置的 profile 可以被 PhotoShop 偵測到，你就該認得出它來。如果沒有，那就亂試吧。反正可以預覽，反正不同的 profile 之下，影像的色彩看起來會變，你就選個看起來有最正確顏色的 profile 就是了。

Convert to Profile

與 Assign Profile 比，Convert Profile 更有用，我自己這麼認為。在色彩—RGB 數值—color profile 這個三邊函數關係中，Assign Profile 變動的是 profile，保留的是 RGB 數值，Convert to Profile 同樣也變動 Profile，但保留的是色彩，可想見的，RGB 數值變動了，而在螢幕上看到的色彩不變。

我前面說的，一幅影像進來，先把它的 color profile 換成色域較寬廣的 Adobe RGB，用的就是 Convert to Profile。當然，先決條件是影像進來時就已經攜帶了正確的 color profile。如此，在把 color profile 轉換成 Adobe RGB 時，你在螢幕上看到的色彩並不會變，仍是原來正確的色彩，但影像背後色彩空間卻更寬廣了，透過後續的影像處理，你有可能把影像中最微妙的色彩變化呈現出來，或者得到原來的色彩空間中所不具有的飽和色彩。

不過，上面說的在 Convert to Profile 時，只有 RGB 數字變，看到的色彩不變，這件事不完全精確。看到的色彩還是會有微妙的改變（有時會有劇烈的改變），譬如當你將影像從一種 RGB 轉換到另一種 RGB 時，因為這些 RGB 空間彼此不完全重疊（儘管它們都是 RGB），有些在原始空間中可以呈現的顏色，可能會落到要轉換的空間的色域以外，轉換後這個顏色當然也就不再存在了，這時 PhotoShop 會在新空間中找一個最接近的顏色來取代這個損失的顏色。所以，Convert to Profile 還是會改變一點點顏色的，尤其是飽和色，也尤其在將影像自大的色彩空間轉換到小色彩空間中時。

這也是為什麼我說，處理影像時要盡量在大的色彩空間中進行，直到最後完成處理後，再轉換到你輸出目的所需要的較小的空間，如此才能避免色彩在一開始就失去了。

如果你的眼睛不夠利，或者螢幕不夠好，當你在幾個主要 RGB 空間中轉換時，上述的色彩流失或變化可能很難查覺。但當你從 RGB 轉換到 YMCK 時，這種色彩的流失或變化就極劇烈了，因為 YMCK 的色域遠小於 RGB。

簡單整理一下以上所說的：

1. 工作時儘可能在寬廣的色域中進行，如 Adobe RGB。影像一進 PhotoShop 就先將它的 profile 轉換成 Adobe RGB。完成處理後，再轉換到你輸出所需要的色彩空間。
2. 以上所說的轉換，是透過 Convert to Profile 來完成。convert 時基本上不會改變你看到的影像色彩，但影像的 RGB 數值卻會改變。
3. Assign Profile 不會改變影像的 RGB 數值，卻會改變你看到的色彩。只有當你的影像有著錯誤的 color profile 時，才需要用這個功能來賦予影像正確的 color profile。

影像的輸出

既然各種不同輸出裝置各有自己特別的色彩空間，輸出時自然也要針對這些裝置做調整。這一部份我覺得最難，我雖然大致知道怎麼做，但難得對結果真正滿意過。以下寫的，你照做之後要是結果比想像中差十萬八千里，你可以怪我，有可能是我自己觀念錯誤，但我會裝成理直氣壯的樣子告訴你：這東西本來就這樣！

輸出時，不管是輸出到印表機，相紙輸出機，還是網頁上，我們最關心的問題就是，輸出的影像看起來會怎樣？和我現在在螢幕上看到的影像有什麼不同？

Hard Proof

第一個方法當然就是真的就把照片印出來看看，或是當場存成 jpg 檔然後用瀏覽器來瞧瞧。前者，你要先確定在你房間的一角中，有亮度充足同時色溫正確的燈光，讓你正確觀看印出來的成品，這一點做不到，一切都是白搭，你以為你在昏暗的燈光下調好了，明天一拿到陽光下才發現不能見人，多糗？後者，你也要確定你的螢幕有正確設定才行，透過螢幕本身以及顯示卡來調整初步的反差與色彩，可以保證你看到的與大部份的人看到的差不多。

但不論是這兩種方式中的哪一種，都很煩人，沒有美感可言，太神風特攻隊了。試想，要是你印出來的與在螢幕上看到的差很多，你要怎麼辦？不斷重印，不斷重調嗎？有夠笨。這是我在做的事，希望你不要重蹈我的覆轍。印出來看看，或擺上 web 看看，那是最後在做的，第一個想到的方法未必該是你第一個真的去做的事。

這種把東西印出來看一看的動作叫作 proof（我不知道出版界對此是怎麼翻成中文的），或者，因為是印成實體的樣本，這叫 hard proof。PhotoShop 有提供所謂的 soft proof，你不必印出來，直接在螢幕上 proof。怎麼辦到？當然就是透過 color profile 以及色域的轉換。

Soft Proof

先決條件是你要有你的輸出端的裝置 color profile。印表機的部份比較複雜，先不說，如果你要輸出照片到網頁上，那簡單很多。網頁的 color profile 是什麼？對絕大多數使用者來說，就是 Windows 預設的 sRGB。以 sRGB 為 profile，只要瀏覽者的螢幕還算可以，那麼他看到的色彩與你看到的就不會差太多，雖然仍不可能完全一樣。

假設我們就針對一般的 Windows 使用大眾，要以 sRGB 為 profile 來輸出影像到 web 上，怎麼做？在選單 View→Proof Color，點下去後你可能會（也可能不會）發現影像的色彩變了，這就是你的 soft proof。在 View→Proof Setup 下選 Windows RGB，那麼你的 soft proof 就是針對 sRGB 做的。你可能正以 Adobe RGB 處理一幅影像，但一旦 Proof Color 選下去，你看到的色彩便是你的影像在 sRGB 空間中的模樣，換句話說，應該是你的影像在 web 上看起來的樣子。你不用真的把它存成 jpg，你可以直接在 PhotoShop 中預覽，也就是做 proof。

等一下，故事還沒完。有一點很重要，沒弄對的話你的 proof 會完全牛尾不對馬屁。假設你 PhotoShop 自安裝後便從沒用過 proof 功能，假設你正以 Adobe RGB 色彩空間處理一幅色彩亮麗的高飽和影像，依 PhotoShop6.0 英文版的預設值（其它版本的我不知道，別問我），在 View→Proof Setup→Windows RGB 選下去之後，（絕大多數的狀況下）你馬上會看到你的 soft proof，顏色變灰暗了，反差也降低了。怎麼回事？難道從 Adobe RGB 轉到 sRGB 真會差那麼多？非也。

此時 PhotoShop 給你的 proof，是模擬如果你存檔前，如果不透過前一篇說的 Convert to Profile 功能，直接把屬於 Adobe RGB 的影像存成 jpg 檔，你將在瀏覽器上看到的結果。在 PhotoShop 中，儲存 jpg 檔時雖然可以將正確的 color profile 嵌入 jpg 檔中，此一 color profile 卻未必會為絕大多數的瀏覽器所辨認。如果以這些沒有色彩管理功能的瀏覽器來開啓這樣的 jpg 檔，瀏覽器便會以 Windows 預設的 sRGB 色彩來解譯該檔中的 RGB 數值。一個以 Adobe RGB 為 color profile 的檔案如果以 sRGB 來解讀，解讀出的色彩當然會與原來正確的色彩很不一樣。尤其，Adobe RGB 的色域很寬廣，在 Adobe RGB 之下某個看來有點飽和的顏色，其實其 RGB 數值只是中等而已，這個寬廣色域中還有其它更飽和的顏色將佔用高數值的 RGB 值。而若你不改變 RGB 數值，把這個中等的 RGB 值直接丟進色域小的 sRGB 中，你當場就會看到這個中等 RGB 值只被解譯成中等飽和度。得到低飽和影像一點也不意外。

這馬上告訴你，真正存成 jpg 檔前，一定要記得先把影像的 color profile 轉換到 sRGB，不然你在 web 上看到的會根本不是那麼回事。

好，假設你記得做這件事，怎麼做 soft proof？在 View→Proof Setup→Custom 選單下，你會看到 Preserve Color Numbers 的預設是選取的。什麼意思？以前面的例子來說，在 Adobe RGB 之下，色域寬廣，可使用的顏色（記住，不是 pixel 數值）多，你若要保留你所擁有的顏色數目（而非色域本身），那色域轉換之後，廣大色域之下的那麼多色彩全擠到一個小色域中，每一個色彩彼此間的差異就小了。這與你不做 convert profile 直接存成一個小色域影像的效果是一樣的。

所以，此時你要做的便是把 Preserve Color Number 的勾勾取消，然後把這個設定存起來。接下來你再以這個設定做 soft proof，你看到的就是存檔前先轉換成 sRGB 空間，然後在 web 上會顯示出來的樣子。你會發現，soft proof 出來的顏色與你以 Adobe RGB 空間編輯時看到的顏色不會差太多，廢話，這不就是我們想要的嗎？我們希望別人在 web 上看到的我們的影像，與我們在 PhotoShop 中編輯完成的影像，色彩是一致的。

此處我要提醒各位一下，即使已將影像的 profile 轉換成 sRGB，以 sRGB 做 proof，你看到的，還是會與你親自開 web 看到的不太一樣。這是因為 sRGB 代表的是 Windows 的預設，而你的螢幕在 Windows 預設值之上，還做了更精細的調整。同樣的效應也會出現在別人的螢幕，因為每個人的螢幕不是百分之百一樣，所以每個人看到的顏色也會有些許不同。但不論如何，sRGB 還是代表了一般使用者的常見色彩設定，針對 web 做 soft proof 時，選擇 sRGB 仍是最佳。你真不信邪的話倒可以試一件事，在 View→Proof Setup 中選 Monitor RGB 來做 softproof，那就是你目前螢幕的 color profile。你會看到，proof 的出來的顏色與你自己瀏覽器上看到的會一模一樣。

總之，一但你在 PhotoShop 中完成影像編輯，將 color profile 轉換成 sRGB，存成 jpg 檔，在瀏覽器中打開此檔所看到的顏色，就該與你在 PhotoShop 中看到的，以及 proof 的相近。如果不是，很可能是因為你的螢幕設定太離譜了。

印表機輸出

輸出到 web 是很簡單的，在螢幕上編輯，在螢幕上 proof，最後的瀏覽也是透過螢幕，反正都在螢幕上，再怎麼樣都不該太離譜，除非你真的做錯了什麼（存 jpg 前有沒有記得轉換成 sRGB？）

但是，把影像印出來就不是那回事。將影像輸出到印表機，或相紙輸出機，牽涉到的裝置除了螢幕以外，又多了一樣，出錯的可能性大增。

假設你用某牌印表機，該印表機驅動程式安裝後，系統，或者 PhotoShop，就應該能抓到該印表機的 color profile。在 Proof Setup 中選取該 color profile，依以上要領做 proof，你看到的就應該是你的影像印出來後的樣子。這個 soft proof，與原來的影像相比，色偏免不掉，色彩暗淡免不掉，高飽和色彩不見也免不掉，因為 RGB 空間與 YMCK 空間就是那麼不一樣。你不能要求一幅 YMCK 影像看起來與你原來的 RGB 影像一樣。

此時，你能做的就是，在以 Adobe RGB 空間編輯時，利用 View→Gamut Warning，預覽在 YMCK 模式下會出問題的顏色，把他們的飽和度降低，或者製造少許可接受的色偏，讓整幅影像都落在 YMCK 的色域內，然後將 color profile 轉換成 YMCK，再在 YMCK 模式中，調出最能讓你接受的結果。

做到了這一點，又以印表機的 color profile 做 proof，都滿意了，一印，哇！看起來還是不一樣。印表機不就是那麼回事嘛。

怎麼辦？去問印表機製造商，別問我。這跟你的墨有關，跟你的紙有關，跟濕度有關，跟紫外線指數有關，也跟外星人有關。總之，影像一出螢幕，影響因素就劇增。專業印刷也只能靠 **hard poof** 來確認顏色真的就是他們想要的，**soft proof** 只能參考而已。對半調子印表機來說，**soft proof** 的參考價值更低，別期待 **soft proof** 真的會與印出來的一樣。除非印表機在色彩管理上有它特別的一套，不然最終，也只能邊印邊調。

版權聲明

本文作者是王為豪（whwang@asiaa.sinica.edu.tw），本文著作權歸作者所有。只要將此版權聲明原封不動地放在文章中，任何人可自由地以任何形式複製與散佈全部或部份的本文，包括販售圖利，以及將本文重新排版成各種檔案格式，而不需經任何人同意。請你注意的是，不論你如何散佈本文，你不能對本文進行實質內容的修改，而且除了這段版權聲明，你不能對你的散佈品作任何其它的限制，也就是你不能限制他人散佈你的散佈品，否則作者將對你採取法律行動。如果你對擴充或修改本文有任何建議，請與作者聯絡，作者將樂於把你的大名放在本文的擴充版本裡。

本文原出處為 [ALOHA 天文小站](#)